香菇育種技術

廖英明　臺灣省農業試驗所

摘要：香菇爲本省重要的經濟性食用菇類，栽培數量正逐年的增加中。香菇品種之主要來源有來自野生種及國外栽培種之選拔，雜交育種或突變之利用等。爲迎合未來發展趨勢，品種應朝多樣化方向，例如配合不同栽培方式或不同消費需求，而選育出適合段木栽培、木屑栽培、特殊樹種、特殊時期、特殊地域或特定温度條件之品種。在消費方面，對於香味、形狀、鮮度保存及低價大衆化之品種要求也不同。選育出品種後應有種苗法之保障以維持一定之菌種水準。目前品種增加方式仍以雜交育種法最迅速，而雜交育種可利用 spore to spore mating 及 Di-mon mating方式進行。由於取得一方之單胞較易進行，因此 Di-mon mating 方式較爲廣泛被應用，尤其是對某些胞子不易發芽或取得不易之品系。雜交育種以下列方式進行：選取不同來源而具有特性之單核或雙核菌絲，經 Di-mon mating 後挑取已雙核化之菌絲，再將這些菌絲培養於低温以促使其在培養基上產生原基體或子實體，並將此菌絲培養於木屑培養基以觀察其木屑腐朽能力，選取優良之菌株進行試種試驗，並經大規模之不同地區試驗後，調查其栽培特性，子實體特性，以作爲推廣之依據。在育種過程中，可發現許多變異體如無菌絲塊變異 (Knotless) ，無原基體變異 (Primodium-less) ，不成熟變異 (Maturationless) ，不伸長變異 (Elongation-less) ，及無胞子變異 (Sporeless) ，這些變異有些是單因子遺傳，有些則原因不明。未來之育種方向，除了要求品質及產量外，對於腐朽力强、早熟性、針葉樹適應力强及抗病性强之特性亦應加强。

前　　言

香菇栽培在本省已有良好的基礎，栽培者也日益增多，是一種極重要之食用菇類。但在技術上更是日新月異，許多栽培方法及觀念一直在改變，吾人必須急起直追，才能有良好的成果 [3]。本省目前由於小栽培戶太多，因此在栽培技術上往往參差不齊，而影響了本省香菇栽培之發展。未來香菇之栽培應朝以下幾個方向進行：（一）減少小規模栽培戶而增加專業栽培戶。（二）由山地逐漸開發到坡地及平地栽培，且由主要產地開發到副產地。（三）由低品質走向高品質生產，並以外銷市場爲未來主要目標，近期中則以內銷爲目標。（四）由零售、中間商制度轉向共同包裝及運銷方式。（五）部份生產走向銷鮮市場，以調節供需。

品種一直是決定生產的主要因素 [10]，本省目前大部份品種均由日本引進，有些適合栽培，有些則不適合，常造成生產上之重大損失 [1]。由於本省地形複雜，因此對於

品種種類的要求性也較高。香菇品種改良方法有（一）野生種的選拔：在自然界中，香菇經過自然交配，而得生存，必有其適合生長的條件，則吾人可在野生種中選得適合某些地區氣候生長之優良品系。（二）雜交育種：將不同來源特性之品種經雜交後選拔吾人所希望之特性而增加品種之來源[4]。（三）突變之利用：突變的現象雖然機會很少，但在植物界中時有發生，吾人利用這方面的例子也很多，可分爲自然突變和人爲突變二種。以上這些方法都是品種改良的方法，其中又以雜交育種最爲有效，但需有長期人員及經費的研究與支持[2]。

內　容

一、雜交育種方法：

在香菇方面可利用（1）單胞（核）與單胞（核）（2）雙核與單核及（3）原生質融合等雜交育種方法。因（3）之可行性現仍未獲成功之實例，因此以下僅介紹（1）及（2）之方法。

1. 單胞（核）與單胞（核）之雜交（spore to spore mating method）：

利用此法時必須得到單核菌絲，而單核菌絲之取得除了一般的單胞分離法以外，亦可由雙核菌絲單核化而來。

（1）單核化（monokaryodization）之方法：

若分析香菇柄細胞時可發現其中有68%之雙核，25%之4核及7%之6核。但若經由減數分裂時可能喪失其優良特性，如由菌絲中直接取得單核則可保持優良特性。其方法有（i）將雙核菌絲培養於營養較差之培養基，可使得產生同核菌絲（homokaryodization）之機會增加。（ii）將雙核菌絲培養於含有0.5～1.0% High-mol. gall powder之PSA培養基可產生極高比率之單核化菌絲[5,7]。此時若檢查單核化菌絲可發現其有下列特性：（a）在雙核菌絲之菌落邊緣出現單核菌絲，此單核菌絲係由雙核菌絲單核化而來。（b）單核菌絲之生長速度比雙核菌絲快。（iii）化學切割方法：即以手術切割，但其成功率很低。由於許多藥劑會引起單核化現象，因此在藥劑使用上應特別注意，有些殺菌劑可能造成菌絲之單核化，而此點在栽培上可能造成不出菇現象。

（2）單核菌絲之融合及交配：

由於香菇係屬於四極性菇類，其遺傳係由兩對獨立的不和合性因子所控制，即A因子，控制核配對及扣子體之形成，B因子，控制核移轉及扣子體之融合。當一個子實體行減數分裂時，產生許多擔胞子，而可分爲 A_1B_1, A_1B_2, A_2B_2及A_2B_2 四種交配型。當擔胞子發芽後，單核菌絲如A_1B_2與A_2B_2或A_1B_2與A_2B_1互相融合，產生扣子體，且菌絲雙核化。雙核菌絲含有從一核菌絲而來之不同核，因此子實體爲雙核菌絲之集合體[6]。

2. 雙核與單核之雜交方法（di-mon mating method）：

此種方法係源於 Buller phenomenone（1961）之發現，即當雙核菌絲與單核菌絲行對峙培養時，在單核菌絲的邊緣部份可產生雙核化，而且可迅速擴展到整個菌絲體，此後長出之菌絲爲雙核菌絲，此種現象首先發現於 *Coprinus lagopus*, 此後Buller現象被廣泛應用於其他蕈類之研究。在香菇方面則以日本 Mori 氏先得到具體結果，他將日本野生香菇和臺灣及新幾內亞所採集之菌株進行雙一單核之雜交，發現彼此間核可移轉

，亦同時證明香菇為四極性之交配。而由於得到單一方面之單核菌絲較為方便，因此利用雙一單核雜交所需時間較少，較為有利[11]。

（1）雙一單核雜交之三種型式

由Buller 現象所得到之雙核菌絲與單核菌絲體之交配情形，有三種型式：

(i) 如 $(A_2B_2+A_3B_3)\times A_1B_1$，則$A_1B_1$可與雙核中之任一核$A_2B_2$ 或A_3B_3交配，稱為雙親和性 (doubly compatible) 。

(ii) 如 $(A_1B_1+A_2B_2)\times A_1B_1$，則雙核中之一即只有 A_2B_2可與A_1B_1交配，稱為半親和性 (hemi-compatible) 。

(iii) 如 $(A_1B_2+A_2B_1)\times A_1B_1$，則雙核中之任一核均不能與 A_1B_1交配，稱為不親和性 (non-compatible) 。

在 (i) 及 (ii) 之情況，單核菌絲之邊緣出現雙核菌絲， (iii) 則邊緣有局部的雙核sector 出現，且出現較慢。

（2）雙一單核親和性之選擇

例如在 $(A_2B_2+A_3B_3)\times A_1B_1$之交配中，因為$A_1B_1$, A_2B_2均來自同一子實體，而A_3B_3來自不同子實體，此時A_1B_1必會選擇A_3B_3來交配，此乃由於複對立因子 (M, N) 之存在。當雙核中之任一核與A_1B_1 之複對立因子差異大時，則向 A_1B_1 之方向移動快，即其親和性强。

表一、複對立因子M, N 差異性之比較

核		A_2B_2				A_3B_3			
	複對立因子	M_1N_1	M_2N_2	M_1N_2	M_2N_1	M_3N_3	M_4N_4	M_3N_4	${}_1M_4N_3$
A_1B_1	M_1N	0	2	1	1	2	2	2	2
	M_2N_2	2	0	1	1	2	2	2	2
	M_1N_2	1	1	0	2	2	2	2	2
	M_2N_1	1	1	2	0	2	2	2	2

其中 0 ：表示無差異

1 ：表示M, N之任一因子有差異

2 ：表示M, N兩因子均有差異

由於A_1B_1與A_2B_2之差異性（0＋2＋1＋1………）比 A_3B_3 (2+2+2+2+…) （2＋2＋2＋2＋………） 為小，因此A_3B_3往 A_1B_1 方向之移動性快，而結合性也强。

二、香菇育種研究之步驟（以（Di-mon mating method方式進行）

茲以雙一單核雜交方法為例，來說明筆者利用日本野生品系與本省野生品系雜交之施行步驟。

1. 取得同一子實體之單胞約 100個。
2. 作交配型試驗。
3. 選取各代表型菌株數個以便與雙核菌絲交配。

4. 溫度培養試驗，以測定其生長適合範圍。
5. 雙一單核雜交。
6. 檢查扣子體。
7. 低溫處理出菇試驗。
8. 菌種製作及木屑培養試驗。
9. 不同地區及樹種試種試驗。
10. 生育情形及產量品質調查。
11. 選取優良雜交體再擴大栽培試驗。
12. 調查及評定其栽培經濟價值。
13. 保存菌絲。

三、育種過程中所產生之變異體

在育種試驗進行時，會發現許多變異體 (8,12)，這些變異體有些會影響成熟階段，但不影響其他生長階段；但有些則不形成子實體，而對產量有極大的影響，這些變異體均由遺傳因子來支配，有些爲單因子遺傳，有些則原因不明。在變異體中較常發現的有：

1. 無菌絲塊變異（Knotless）：即不形成菌絲塊或原基體，因此也無法形成子實體。
2. 無原基體變異（Primordiumless）：雖然可產生菌絲塊，但不產生原基體，也無法形成子實體。
3. 不成熟變異（Maturationless）：可形成原基體，但原基體却無法發育成子實體。

以上三種變異，由於不形成子實體，因此對產量影響極大，以下三種變異則影響子實體之成熟度。

4. 不伸長變異（Elongationless）：菌柄生長受抑制而不伸長，在正常時菌柄細胞其成熟後會伸長，而且是以長軸方向伸長，但變異體則以橫向生長，因此造成無柄或柄極短，而柄的生長狀態也反應了細胞的形狀。
5. 不開傘變異（Expansionless）：子實體形成後菌傘無法展開，當以切片觀察時，正常開傘者其組織細胞的中層部份可以溶解而使菌傘展開，但變異體則無法溶解，可能是溶解所需之能源不够所致。6.無胞子變異（Sporeless）：子實體成熟後，不產生擔胞子，造成的原因可能是減數分裂前無核融合現象或減數分裂過程不正常所致。但無胞子變異會受溫度影響，有些在高溫時不形成胞子，但在適溫時則可回復。

結　　論

育種是一長期工作，需有固定的人員及經費才能得到良好的結果，而種源爲一切栽培的根本，因此筆者提出個人的幾點看法作爲未來育種工作的參考。

一、育種之多樣化：香菇是一種食品，因此個人之喜好程度差異極大，而栽培者爲適應不同條件之栽培其要求也有所不同，因此針對不同需求之育種是必要的，如（1）栽培方面：對於適合段木、木屑包或特殊樹種栽培品種之育成 (9)。（2）在消費者方面：對於香味、外形及大衆化價位品種之需求也不一。

二、新品種開發的條件：開發一個新品種之過程極爲艱辛，因此必須有種苗法來保護，否則任意作組織分離，將造成品質不一的現象。同時，好的品種必須有好的菌種製

造場所，否則將影響到日後栽培的結果。

三、未來育種或選種的方向：除了傳統的雜交育種方法外，未來可利用的方法有多倍體之利用及原生質體之篩選。多倍體之取得機會較少，但亦有可能性，而原生質體之篩選在鮑魚菇方面已有報告，香菇是否可利用此法將有待研究。

四、增加育種人員：主要在於增加機會，由於許多人的參與而加速了育種材料之取得及縮短育種過程，進而增加成功的機會，但必須有專業知識及訓練的人員較易進行。

參考文獻

1. 廖英明，1981，臺灣原生香菇品系特性之初步觀察・中華農業研究30(1)：63—70。
2. 廖英明，1984，低海拔香菇品系之育種・中華農業研究33(3)：292—305。
3. 廖英明，1986，香菇段木栽培法・行政院青輔會創業輔導叢書三～③ pp. 55。
4. 韓又新、鄭變、杜金池、陳炳照、侯信雄，1976，香菇選種育種之研究。臺灣區第五屆洋菇學術討論會報告：517～536。
5. 武丸恆雄，1964，擔子菌類における一核化の研究・II. Oxgall 處理により誘發された一核化菌絲體の分析，菌蕈研報 4：41—43。
6. 武丸恆雄，1977，キノコの子實體形成・遺傳 9：9—13。
7. 時本景亮、長谷部公三郎、小松光雄，1978，シイタケの脫 2 核に關する研究 1. 膽汁末による脫 2 核の誘發。菌蕈研報16：66—72。
8. 橋岡良夫、小松光雄、有田郁夫，1961，交雜によつて得られたシイタケ子實體の形態學的ならびに生理的形質。菌蕈研報 No. 1：69—84。
9. Akiyama, H. O. et al 1974. The new cultivation of shii-ta-ke in a short period. Mushroom Science IX (part I) : 423～433.
10. Ito, T. 1978. Cultivation of *Lentinus edodes*. The biology and cultivation of edible mushrooms, pp. 461～473.
11. Mori, K, S. Fukai and Zeneoni. 1974, Hybridization of shii-ta-ke (*Lentinus edodes*) between cultivated strains of Japan and wild strains grown in Taiwan and New guinea. Mushroom Science IX (part II) : 391～403.
12. Tokimoto, K. 1974. Formation of callus-like aberrant fruit bodies on agar cultures of *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. Rept. Tottori, Mycol. Inst. (Japan) 11 : 23～28.

Breeding of shiitake in Taiwan

Y. M. Liao

Taiwan Agricultural Research Institute

Abstract

Shiitake (*Lentinus edodes*) is one of the most important edible mushro oms in Taiwan. The cultivated strains used in Taiwan were obtained from wild strains by selection, foregin strains, and hybrid strains. Recently, the point is to develop the kind of strain suitable for cultivation by the farmer. Since the necessity of the consumer is different, such as the flavour, shape, freshness, and price of the fruiting bodies, it is essential that the cultivation should be in various type. Therefore, it is important to develop the kind of strain which is superior in the growth of log, sawdust medium, special kinds of trees, limited temperature, limited areas, or special season. Hybridization is one of the methods of getting cultivated strains. Hybrids were obtained by means of dikaryon-monokaryon mating or spore to spore mating, the former is called Buller phenomenon. Di-mon mating were made on a GMY agar medium, dikaryotization of monokaryotic mycellium was confirmed by observation of clamp connection with microscope. An agar block bearing hyphae tip of the new dikaryon was transfer to a new GMY medium in the test tube for the test of mycelial growth rate and fruiting ability. From the large scale trials on different kinds of logs at different locations, the strains with economic yield and high quality of the fruiting bodies were selected for testing cultivation. According to the hybridization results mutants also were some, they are knotless, primodiumless, maturationless, elongationless, and sporeless. Among these mutants, some are heritable character, being gove-rned by certain single recessive factor, the others are still unknown.